

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

553 432

(43) 国際公開日
2004 年 11 月 4 日 (04.11.2004)

PCT

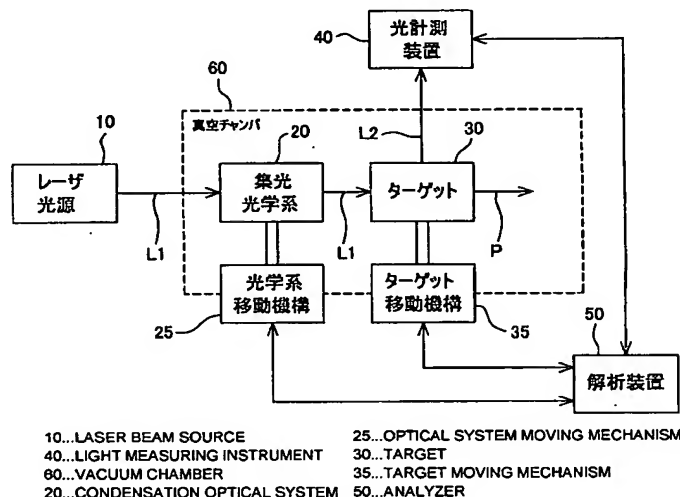
(10) 国際公開番号
WO 2004/095473 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G21K 1/00, 5/08, H01J 27/24 (71) 出願人 および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/005828 (72) 発明者: 高橋 宏典 (TAKAHASHI, Hironori) [JP/JP]; 〒4300813 静岡県浜松市芳川町 1 2 番地 Shizuoka (JP).
(22) 国際出願日: 2004 年 4 月 22 日 (22.04.2004) 藤本 正俊 (FUJIMOTO, Masatoshi) [JP/JP]; 〒4340038 静岡県浜北市貴布祢 1 5 5 番地の 1 Shizuoka (JP). 青
(25) 国際出願の言語: 日本語 島 紳一郎 (AOSHIMA, Shin-ichiro) [JP/JP]; 〒4380077 静岡県磐田市国府台 4 1 番地の 5 Shizuoka (JP).
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2003-119029 2003 年 4 月 23 日 (23.04.2003) JP (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座一丁目10番6号 銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人科学技術振興機構 (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY AGENCY) [JP/JP]; 〒3320012 埼玉県川口市本町四丁目1番8号 Saitama (JP). (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

[続葉有]

(54) Title: HIGH-SPEED PARTICLE GENERATOR

(54) 発明の名称: 高速粒子発生装置



(57) Abstract: A target (30) placed in a vacuum chamber (60) is irradiated with laser beam (L1) that is outputted from a laser beam source (10) while being condensed through a condensation optical system (20). Consequently, high-speed particles (P), e.g. protons, are generated and emitted from the target (30). Plasma emission (L2) from the target (30) incident to condensed irradiation with the laser beam (L1) is measured by means of a light measuring instrument (40) and a measurement signal therefrom is analyzed by means of an analyzer (50), thus evaluating the generating condition of high-speed particles (P). Based on the results of analysis, the condensation optical system (20) and the target (30) are controlled through an optical system moving mechanism (25) and a target moving mechanism (35), thus feedback controlling the generating condition of high-speed particles (P) at the target (30). A high-speed particle generator capable of generating high-speed particles efficiently by monitoring in real time the generating condition thereof is thereby realized.

(57) 要約: 真空チャンバ 60 内に設置されたターゲット 30 に対し、レーザ光源 10 から出力されたレーザ光 L1 を、集光光学系 20 によって集光しつつ照射する。これにより、陽子などの高速粒子 P が発生し、ターゲット 30 から放出される。また、レーザ光 L1 の集光照射に伴うターゲット 30 からのプラズマ発光 L2 を光計測装置 40 で計測し、その計測信号を解析装置 50 で解析し

[続葉有]



DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

て高速粒子 P の発生状態を評価する。そして、その解析結果に基づいて光学系移動機構 25、ターゲット移動機構 35 を介して集光光学系 20、ターゲット 30 を制御して、ターゲット 30 での高速粒子 P の発生状態をフィードバック制御する。これにより、高速粒子の発生状態をリアルタイムでモニタすることにより、効率良く高速粒子を発生させることが可能な高速粒子発生装置が実現される。

明細書

高速粒子発生装置

技術分野

【0001】 本発明は、陽子などの粒子をターゲットから高速で放出させる高速粒子発生装置に関するものである。

背景技術

【0002】 高強度のレーザ光を真空中でターゲットに照射することにより、電子、陽子、重陽子などの粒子をターゲットから高速で放出させる高速粒子源を実現することができる（例えば、文献1「A.Maksimchuk, S.Gu, K.Flipppo, and D.Umstadter, "Forward Ion Acceleration in Thin Films Driven by a High-Intensity Laser", Phys. Rev. Lett. Vol.84, pp.4108-4111 (2000)」、文献2「I.Spencer et al., "Laser generation of proton beams for the production of short-lived positron emitting radioisotopes", Nucl. Inst. and Meth. in Phys. Res. B Vol.183, pp.449-458 (2001)」を参照）。また、このような高速粒子源は、同位体生成などの様々な装置に応用可能である。

【0003】 そのような応用の一例としては、PET (Positron Emission Tomography) 装置による診断に用いられる放射線同位体の生成装置がある。PET診断では、陽電子を放出する ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O などの短寿命の放射線同位体を含む薬剤が用いられている。これらの放射線同位体は、例えば、高速陽子による(p, n)反応や高速重陽子による(d, n)反応などを利用して生成することができる。

【0004】 放射線同位体の生成には、主にサイクロトロン加速器から供給される高速陽子ビームなどが用いられる。このようにサイクロトロンを用いる場合、装置が大型であり、かつ、大掛かりな放射線遮蔽設備が必要となるため、PET診断を広く普及させる上で問題がある。これに対して、高速粒子源であるサイクロトロン加速器を、高強度レーザ光を利用した上記の高速粒子発生装置へと置き

換えることにより、放射線遮蔽設備を含めた装置の小型化が可能となる。

発明の開示

【０００５】 高強度レーザ光を利用して高速粒子を発生させるには、ターゲットに対してレーザ光を充分小さい領域に集光して照射することが重要である。ターゲットに照射されるレーザ光の集光状態、またはそれによる高速粒子の発生状態をモニタする構成として、拡大光学系及びＣＣＤカメラを用いてレーザ光の集光状態を観察する構成がある。しかしながら、この構成では、レーザ光の集光点にターゲット材料を設置した場合、その集光点を直接に観察することができない。

【０００６】 また、ＣＲ－３９プラスチックを用いた固体軌跡検出器によって、発生した高速粒子を計測する構成が用いられている。すなわち、軌跡検出器のプラスチックに高速粒子が入射すると、その内部に目に見えない傷を残す。その後、アルカリ溶液中で数時間プラスチックをエッチングすると、上記した高速粒子による傷が優先的にエッチングされて、エッチピットとして現れる。これにより、高速粒子の発生状態を評価することができる。しかしながら、この構成では、リアルタイムで高速粒子の発生状態をモニタすることができない。

【０００７】 また、高速粒子に磁場を印加して、磁場によって曲げられた粒子の軌道から粒子のエネルギーを測定するトムソン・パラボラ型イオン分析器を用いる構成も考えられるが、内部に強力な磁石を有する装置であるため、操作性が悪いという問題がある。

【０００８】 本発明は、以上の問題点を解決するためになされたものであり、高速粒子の発生状態をモニタすることにより、効率良く高速粒子を発生させることが可能な高速粒子発生装置を提供することを目的とする。

【０００９】 このような目的を達成するために、本発明による高速粒子発生装置は、（１）所定強度のレーザ光を出力するレーザ光源と、（２）レーザ光を集光しつつ照射することによって高速粒子を発生・放出するターゲットと、（３）レーザ光源から出力されたレーザ光をターゲットへと集光させる集光光学系と、（４）

レーザ光の照射に伴ってターゲットで発生した光を計測して計測信号を出力する光計測手段と、(5) 光計測手段からの計測信号に基づいて、ターゲットでの高速粒子の発生状態についての解析を行う解析手段と、(6) 解析手段での解析結果に基づいてレーザ光源、ターゲット、及び集光光学系の少なくとも1つを制御することによって、ターゲットでの高速粒子の発生状態を制御する制御手段とを備えることを特徴とする。

【0010】 レーザ光源からの高強度レーザ光を集光しつつターゲットに照射すると、ターゲット材料がプラズマ化し、レーザ光とは異なる波長のプラズマ発光が生じる。このプラズマ発光は、レーザ光の集光状態及び高速粒子の発生状態に依存して強度や波長などが変化する。上記した高速粒子発生装置では、光計測手段によってこのようなターゲットからの光を計測している。これにより、高速粒子の発生状態、例えば発生量などをリアルタイムでモニタすることができる。そして、そのモニタ結果を利用して発生装置のフィードバック制御を行うことにより、安定的に効率良く高速粒子を発生させることが可能となる。

【0011】 ここで、制御手段は、ターゲット、または集光光学系の移動を制御する移動機構であることが好ましい。このような構成によれば、ターゲットでの高速粒子の発生状態を好適にフィードバック制御することができる。また、集光光学系としては、軸外し放物面鏡を用いることが好ましい。

【0012】 また、光計測手段は、ターゲットで発生した光を分光して計測する分光器を有する構成としても良い。これにより、ターゲットで発生した光の波長によるスペクトル強度を計測することができ、ターゲットでの高速粒子の発生状態を確実にモニタすることが可能となる。

図面の簡単な説明

【0013】 図1は、高速粒子発生装置の一実施形態の構成を概略的に示すブロック図である。

【0014】 図2は、図1に示した高速粒子発生装置の具体的な一実施例を示

す構成図である。

【0015】 図3は、図2に示した高速粒子発生装置に用いられるターゲット移動機構の具体的な構成を示す斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

5 【0016】 以下、図面とともに本発明による高速粒子発生装置の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明のものと必ずしも一致していない。

10 【0017】 図1は、本発明による高速粒子発生装置の一実施形態の構成を概略的に示すブロック図である。本実施形態による高速粒子発生装置は、電子、陽子、重陽子、あるいはそれ以外のイオンなどの高速粒子を発生させるものであり、レーザ光源10と、集光光学系20と、ターゲット30とを備えている。また、ターゲット30に対して、光計測装置40と、解析装置50とが設置されている。

15 【0018】 レーザ光源10は、高速粒子の発生に用いられる所定波長、所定強度のレーザ光L1を出力する光源装置である。このレーザ光L1としては、好ましくは、高ピークパワーの超短パルスレーザ光などのパルスレーザ光が用いられる。また、ターゲット30は、高速粒子Pを発生させるためのものであり、発生させる粒子の種類などに応じて選択された所定材料によって形成される。また、このターゲット30は、所定の真空度が保持された真空チャンバ60内に設置さ
20 れる。

【0019】 レーザ光源10とターゲット30との間には、集光光学系20が設置されている。レーザ光源10から出力されたレーザ光L1は、集光光学系20によって集光されつつターゲット30へと照射される。そして、このレーザ光L1の集光照射によってターゲット30で高速粒子Pが発生し、外部へと放出さ
25 れる。また、このとき、レーザ光L1の照射に伴ってターゲット30においてターゲット材料がプラズマ化し、レーザ光L1とは異なる波長のプラズマ発光L2

が生じる。

【0020】 このレーザ光L1の照射に伴うターゲット30のプラズマ発光L2に対し、光計測装置40と、解析装置50とが設置されている。光計測装置40は、プラズマ発光によってターゲット30で発生した光L2を計測し、その計測結果を示す計測信号を出力する。また、光計測装置40からの計測信号は、解析装置50へと入力されている。

【0021】 解析装置50は、光計測装置40から入力された計測信号に基づいて、ターゲット30でのレーザ光L1の集光状態、及びそれによる高速粒子Pの発生状態についての解析を行う。具体的には、解析装置50は、光計測装置40で計測されたターゲット30からの光L2の強度や波長スペクトルなどを評価し、その結果を用いて高速粒子Pの発生状態を評価する解析を行う。そして、その解析結果に応じて、ターゲット30、及び集光光学系20などの装置各部を制御することによって高速粒子Pの発生状態をフィードバック制御するための制御信号を出力する。

【0022】 本実施形態においては、集光光学系20、ターゲット30に対して、それぞれ光学系移動機構25、ターゲット移動機構35が設置されている。また、移動機構25、35には、それぞれ解析装置50からの制御信号が入力されている。光学系移動機構25は、解析装置50からの制御信号にしたがって集光光学系20の位置の設定及び移動を制御する。また、ターゲット移動機構35は、解析装置50からの制御信号にしたがってターゲット30の位置の設定及び移動を制御する。これにより、光計測装置40によるモニタ結果に基づいて、ターゲット30での高速粒子Pの発生状態がフィードバック制御される。

【0023】 上記した実施形態による高速粒子発生装置の効果について説明する。

【0024】 図1に示した高速粒子発生装置においては、レーザ光源10からのレーザ光L1を集光しつつターゲット30に照射することによって高速粒子P

を発生させると同時に、それに伴うプラズマ発光によってターゲット 30 で発生した光 L 2 を光計測装置 40 によって計測している。

【0025】 ここで、このようなプラズマ発光による光 L 2 は、ターゲット 30 へのレーザ光 L 1 の集光状態、及び高速粒子 P の発生状態に依存して変化する。例えば、レーザ光 L 1 のターゲット 30 への集光密度が高ければ、生成されるプラズマ発光 L 2 の強度は大きくなる。また、ターゲット 30 で発生するプラズマのエネルギー状態に依存して、プラズマ発光 L 2 の波長（色）が変化する。

【0026】 したがって、このようなターゲット 30 からの光 L 2 を光計測装置 40 で計測し、その発光強度や発光波長（発光色）をモニタすることにより、ターゲット 30 での高速粒子 P の発生量などの発生状態をリアルタイムでモニタすることができる。そして、そのモニタ結果を利用し、解析装置 50、及び移動機構 25、35 を介して発生装置のフィードバック制御を行うことにより、安定的に効率良く高速粒子 P を発生させることが可能となる。

【0027】 なお、この高速粒子 P の発生状態の具体的なフィードバック制御方法については、高速粒子発生装置の構成や用途に応じて様々な方法で行うことができる。例えば、高速粒子 P の強度が重要な場合には、より強いプラズマ発光が得られるようにフィードバック制御を行う。また、高速粒子 P のエネルギー分布等が重要な場合には、最適な発光スペクトルが得られるようにフィードバック制御を行う。

【0028】 また、レーザ光源 10 とターゲット 30 との間に設置される集光光学系 20 については、図 1 においてはターゲット 30 とともに真空チャンバ 60 内に配置しているが、この集光光学系 20 については、その一部または全部を真空チャンバ 60 外に設置しても良い。

【0029】 図 2 は、図 1 に示した高速粒子発生装置の具体的な一実施例を示す構成図である。以下、本高速粒子発生装置の構成について、図 1 及び図 2 を参照しつつ説明する。

【0030】 本実施例においては、高強度のレーザ光源10としてTi：サファイアレーザ11を用い、Ti：サファイアレーザ11から出力される波長800nm、パルス幅50fs、出力パワー100mJ、ピーク出力2TWのパルスレーザ光を高速粒子発生用のレーザ光L1として用いている。また、ターゲット30として、所定のターゲット材料からなるターゲットフィルム31が真空チャンバ60内に設置されている。ターゲット材料としては、例えばアルミニウム膜、CH膜（例えば、厚さ1.5～20μm）などが用いられる。このターゲットフィルム31は、ターゲットホルダ32によって保持されている。

【0031】 また、レーザ光L1を集光する集光光学系20として、例えば、真空度 1×10^{-6} Torr (1.33×10^{-4} Pa) 以下に真空排気された真空チャンバ60内の所定位置に軸外し放物面鏡21が設置されている。このように軸外し放物面鏡21を用いることにより、レーザ光L1をターゲットフィルム31上の所定位置へと好適に集光することができる。このとき、例えば 1×10^{18} W/cm²の集光密度が得られる。また、真空チャンバ60外に配置されているTi：サファイアレーザ11と軸外し放物面鏡21との間にある真空チャンバ60の外壁部分は、レーザ光L1を透過するガラス窓61となっている。

【0032】 レーザ11から出力されたレーザ光L1は、ガラス窓61を透過して真空チャンバ60内へと入射し、軸外し放物面鏡21によって反射される。そして、軸外し放物面鏡21で反射されたレーザ光L1が集光されつつターゲットフィルム31へと照射されることにより、高速粒子Pが発生してターゲットフィルム31から放出される。ここで、レーザ11からの高強度レーザ光を空气中で集光した場合、空気がプラズマ化されてしまうため高い集光密度を得ることができないが、上記のようにターゲットフィルム31が真空チャンバ60内に配置されていればこのような問題は生じない。

【0033】 レーザ光L1の集光照射に伴ってターゲットフィルム31で発生したプラズマ発光L2は、真空チャンバ60内で広がって放出される。これに対

して、真空チャンバ60の外壁の所定位置に、プラズマ発光L2を透過するガラス窓62が設けられている。また、真空チャンバ60の外部には、プラズマ発光L2を計測する光計測装置40として、光入力用の光ファイバ42を有する分光計測装置41が設置されている。

5 【0034】 ターゲットフィルム31で発生したプラズマ発光L2の一部は、ガラス窓62を透過して真空チャンバ60の外部へと出射される。そして、出射された光L2は、集光レンズ63によって光ファイバ42の入力端へと集光され、光ファイバ42を介して分光計測装置41に入力される。

10 【0035】 分光計測装置41は、光を分光するプリズムや回折格子などの分光素子と、分光された光成分を検出する光検出器とを有する分光器であり、光ファイバ42を介して入力されたプラズマ発光L2の波長によるスペクトル強度を計測して計測信号を出力する。このような分光器を用いることにより、ターゲットでの高速粒子の発生状態を確実にモニタすることができる。この分光計測装置41からの計測信号は、高速粒子Pの発生状態について解析する解析装置50で
15 あるパーソナルコンピュータ（PC）51へと入力されている。

20 【0036】 本実施形態においては、軸外し放物面鏡21に対する光学系移動機構25として、電動傾きステージ26が設けられている。傾きステージ26は、レーザ光L1の光軸に対する軸外し放物面鏡21の傾きを制御することによって、ターゲットフィルム31に対するパルスレーザ光L1の集光状態を制御する。また、ターゲットホルダ32によって保持されたターゲットフィルム31に対するターゲット移動機構35として、電動XYZステージ36及び駆動モータ37が設けられている。なお、駆動モータ37は、図2に示すように真空チャンバ60外に配置されている。

25 【0037】 図3は、図2に示した高速粒子発生装置に用いられるターゲット移動機構の具体的な構成を示す斜視図である。ターゲットフィルム31及びターゲットホルダ32は、支持部32aを介してXYZステージ36上に固定されて

いる。また、ターゲットホルダ 32 は中空ベアリングを有し、ベルト 39 を介して回転可能となっている。XYZ ステージ 36 は、その X 方向、Y 方向（水平方向）、及び Z 方向（垂直方向）の位置を制御することによって、レーザ光 L1 に対するターゲットフィルム 31 の位置の設定及び移動を制御する。また、駆動モータ 37 は、回転軸 37a によって駆動モータ 37（図 2 参照）に接続された回転リング 38 を回転させることにより、ベルト 39 を介してターゲットホルダ 32 及びターゲットフィルム 31 を回転する。

【0038】 PC51 は、分光計測装置 41 からの計測信号に基づいて、ターゲットフィルム 31 での高速粒子 P の発生状態について解析し、その解析結果に応じた制御信号を出力する。傾きステージ 26 は、PC51 から入力された制御信号にしたがって軸外し放物面鏡 21 の移動を機械的に制御する。また、XYZ ステージ 36、及び駆動モータ 37 は、PC51 から入力された制御信号にしたがってターゲットホルダ 32 及びターゲットフィルム 31 の移動を機械的に制御する。これにより、ターゲットフィルム 31 での高速粒子 P の発生状態がフィードバック制御される。

【0039】 本発明による高速粒子発生装置は、上記した実施形態及び実施例に限られるものではなく、様々な変形が可能である。例えば、レーザ光源 10 からターゲット 30 へとレーザ光 L1 を導く集光光学系 20 としては、軸外し放物面鏡以外にも集光レンズなどを用いても良く、あるいは複数の光学素子を組み合わせ用いても良い。

【0040】 また、ターゲット 30 での高速粒子 P の発生状態をフィードバック制御するための制御手段については、図 1 では、集光光学系 20 に対する光学系移動機構 25 と、ターゲット 30 に対するターゲット移動機構 35 とを備える構成を示している。これにより、ターゲット 30 へのレーザ光 L1 の集光状態を容易に制御することができる。ただし、これらの制御手段については、機械的な移動機構に限らず他の制御手段を用いても良い。

【0041】 また、このような制御手段については、レーザ光源10に対してレーザ光L1の出力条件を制御する制御手段を設けてフィードバック制御を行う構成としても良い。一般には、レーザ光源、ターゲット、及び集光光学系の少なくとも1つを制御する制御手段を設けることにより、光計測装置40及び解析装置50と併せて、ターゲットでの高速粒子の発生状態のフィードバック制御を実現することができる。

産業上の利用可能性

【0042】 本発明による高速粒子発生装置は、以上詳細に説明したように、高速粒子の発生状態をモニタすることにより、効率良く高速粒子を発生させることが可能な高速粒子発生装置として利用可能である。すなわち、レーザ光源からのレーザ光を集光光学系によって集光しつつターゲットに照射することにより高速粒子を発生させるとともに、レーザ光の集光照射に伴うターゲットからの発光を光計測手段で計測する構成によれば、高速粒子の発生量などの発生状態をリアルタイムでモニタすることができる。そして、そのモニタ結果を解析手段で解析して発生装置のフィードバック制御を行うことにより、安定的に効率良く高速粒子を発生させることが可能となる。

請求の範囲

1. 所定強度のレーザ光を出力するレーザ光源と、
前記レーザ光を集光しつつ照射することによって高速粒子を発生・放出するターゲットと、
- 5 前記レーザ光源から出力された前記レーザ光を前記ターゲットへと集光させる集光光学系と、
前記レーザ光の照射に伴って前記ターゲットで発生した光を計測して計測信号を出力する光計測手段と、
前記光計測手段からの前記計測信号に基づいて、前記ターゲットでの前記高速
10 粒子の発生状態についての解析を行う解析手段と、
前記解析手段での解析結果に基づいて前記レーザ光源、前記ターゲット、及び
前記集光光学系の少なくとも1つを制御することによって、前記ターゲットでの
前記高速粒子の発生状態を制御する制御手段と
を備えることを特徴とする高速粒子発生装置。
- 15 2. 前記制御手段は、前記ターゲット、または前記集光光学系の移動を
制御する移動機構であることを特徴とする請求項1記載の高速粒子発生装置。
3. 前記集光光学系は、軸外し放物面鏡を有することを特徴とする請求
項1または2記載の高速粒子発生装置。
- 20 4. 前記光計測手段は、前記ターゲットで発生した光を分光して計測す
る分光器を有することを特徴とする請求項1～3のいずれか一項記載の高速粒子
発生装置。

図1

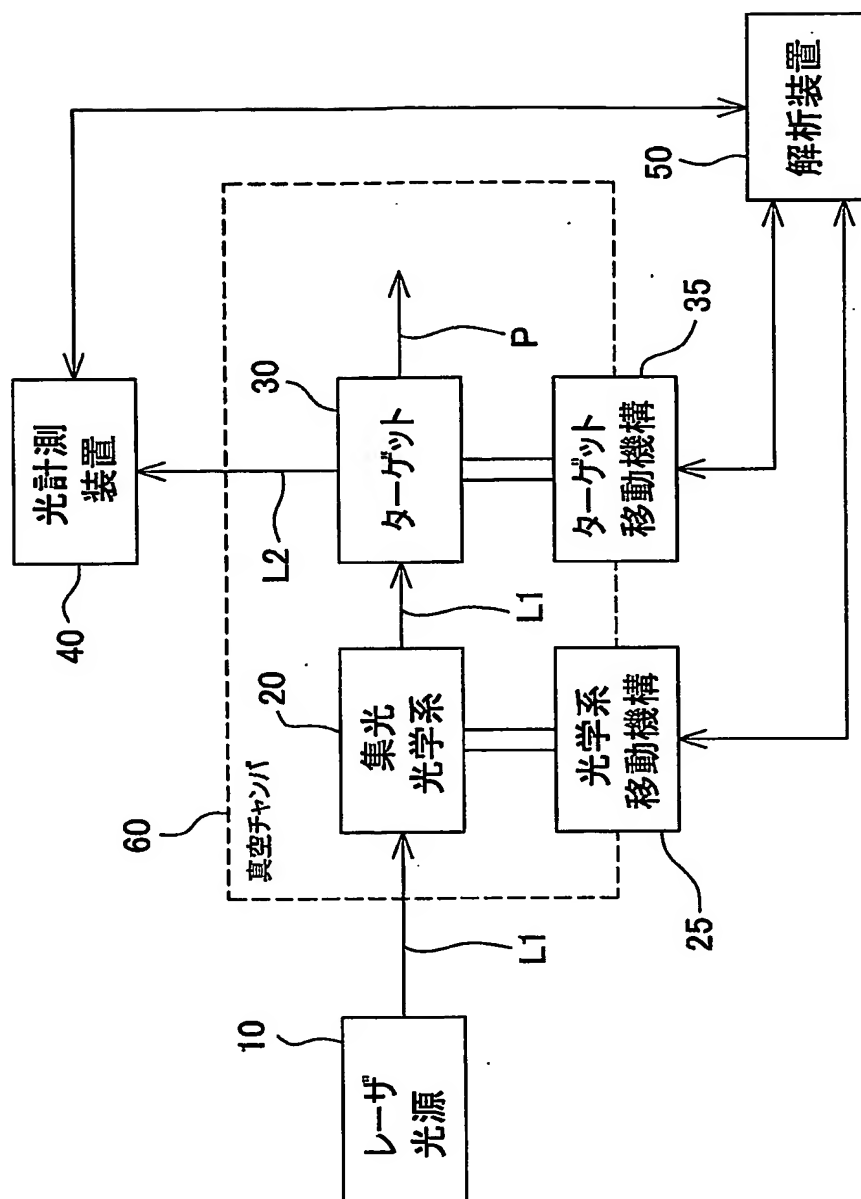


図2

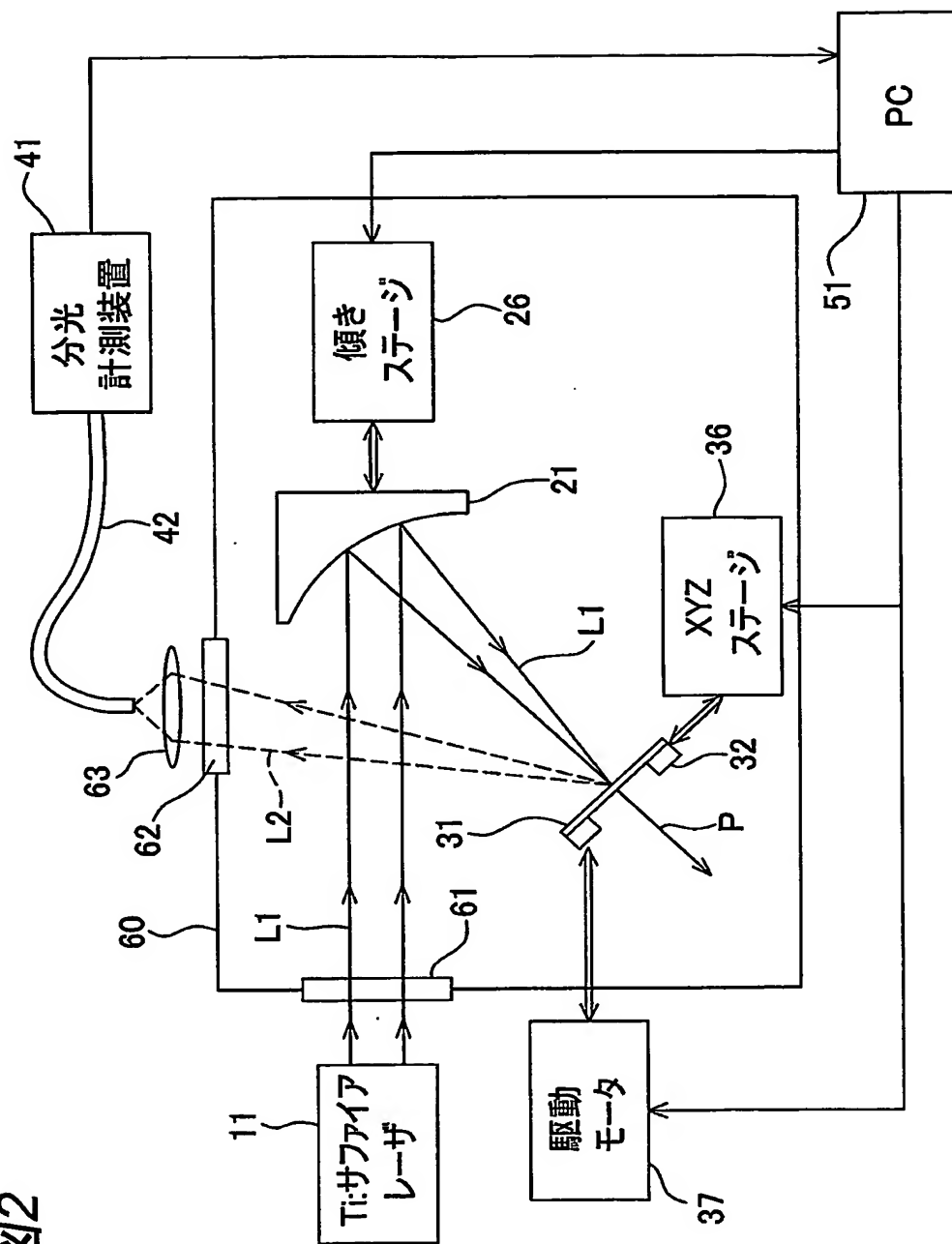
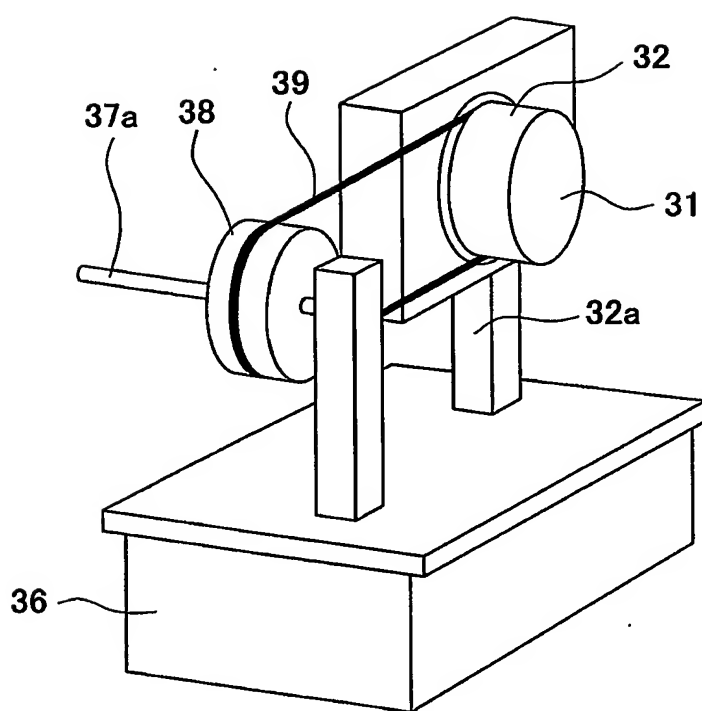


図3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005828

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G21K1/00, G21K5/08, H01J27/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G21K1/00, G21K5/08, H01J27/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-107494 A (Central Research Institute of Electric Power Industry), 10 April, 2002 (10.04.02), Claims (Family: none)	1-4
A	JP 2002-107499 A (Central Research Institute of Electric Power Industry), 10 April, 2002 (10.04.02), Claims (Family: none)	1-4
A	JP 2002-214400 A (TOYOTA MACS, Inc.), 31 July, 2002 (31.07.02), Claims & US 2002/0094063 A1	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 June, 2004 (18.06.04)Date of mailing of the international search report
06 July, 2004 (06.07.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005828

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-195961 A (Shimadzu Corp.), 10 July, 2002 (10.07.02), Claims (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G21K1/00, G21K5/08, H01J27/24

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G21K1/00, G21K5/08, H01J27/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-107494 A (財団法人電力中央研究所) 2002.04.10 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2002-107499 A (財団法人電力中央研究所) 2002.04.10 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2002-214400 A (株式会社トヨタマックス) 2002.07.31 特許請求の範囲 & US 2002/ 0094063 A1	1-4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.06.2004

国際調査報告の発送日

06.7.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 大熊 靖夫

2M 9710

電話番号 03-3581-1101 内線 3225

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-195961 A (株式会社島津製作所) 2002.07.10 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-4